

## 腹部大動脈瘤手術前後の脈波伝播速度の検討

緑川 博文 星野 俊一 小川 智弘 佐藤 晃一 小山 正幸

要 旨：今回、腹部大動脈瘤(AAA)術前後における脈波伝播速度(PWV)の変化を検討したので報告する。2002年9月までに四肢血行障害を伴わないAAA 20例(男女比18/2, 平均年齢72.7歳)を対象とした。危険因子は、高血圧18例(90%), 喫煙10例(50%), 肥満5例(25%), 糖尿病及び脂血症各2例(10%), 脳血管疾患3例(10%), 虚血性心疾患5例(25%), 慢性閉塞性肺疾患2例(10%), 腎機能障害1例(5%)であった。また術前値の比較対照群として年齢、性別をマッチングした動脈硬化性疾患を有しない正常健常者20例(男女比18/2, 年齢平均72.9歳)を対象とした。測定は、日本コーリン社製 formPWV/ABI®を使用し、収縮期血圧(sBP), 拡張期血圧(dBP), 脈拍(HR), 左右 ankle brachial pressure index (ABI), 上腕動脈-左右足首動脈間PWV(brachial-ankle PWV; baPWV)を、術前及び全身状態の安定した術1ヶ月後に計測した。手術成績は、人工血管はSulzer Vascutek Gelsoft™ Plusを使用し、直型3例, Y型17例であった。全例手術に成功し、病院死亡は存在しなかった。正常健常者との比較では、sBP, dBP, HR, 左右ABIは両群間に差異は認められなかったが、右baPWV(AAA群 1959.9±442.8cm/s, 正常健常者群 1671.2±232.1cm/s), 左baPWV(AAA群 2004.8±463.8cm/s, 正常健常者群 1648.5±201.4cm/s)と統計学的有意(P<0.01)にAAA群で高値であった。術前後の比較では、sBP, dBP, HR, 左右ABIは術前後に差異は認められなかったが、右baPWV(術前 1959.9±442.8cm/s, 術後 2308.1±522.1cm/s), 左baPWV(術前 2004.8±463.8cm/s, 術後 2324.9±462.1cm/s)と統計学的有意(P<0.01)に術後で高値であった。AAA患者は、正常健常者に比しbaPWVは有意に高値であり、脳・心血管疾患の合併に注意する必要があると示唆された。またAAA術前後においてbaPWVは有意に上昇し、人工血管置換によりarterial stiffnessは亢進することが示唆された。(日血外会誌 12 : 11-14, 2003)

索引用語：脈波伝播速度, 腹部大動脈瘤, 人工血管, 血管弾性

## はじめに

近年、動脈壁の硬さを評価する指標として脈波伝播速度(pulse wave velocity: PWV)が注目されてきている。PWVは、脈波が血管のある距離を伝播するに要する時間を測定することによって解析され、動脈が硬く

なるほど速くなると考えられる。さらに最近の研究では、PWVの増加が、心血管疾患死亡と強い相関をもつ予知因子となりえると報告されている<sup>1-4)</sup>。

しかし、生体血管壁と力学的性状が異なる人工血管における置換術前後のPWV変化に関する報告は少ない<sup>5)</sup>。今回我々は、腹部大動脈瘤(AAA)術前後におけるPWVの変化を検討したので報告する。

## 対象及び方法

2002年9月までに当センターにおける四肢血行障害を伴わないAAA 20例(男女比18/2, 年齢67~79歳, 平

福島第一病院心臓血管病センター(Tel: 024-557-5111)

〒960-8251 福島県福島市北沢又字成出16-2

受付：2002年10月16日

受理：2002年12月6日

均72.7歳)を対象とした。危険因子は、高血圧18例(90%)、高脂血症2例(10%)、肥満5例(25%)、喫煙10例(50%)、糖尿病2例(10%)、脳血管疾患3例(10%)、虚血性心疾患5例(25%)、慢性閉塞性肺疾患2例(10%)、腎機能障害1例(5%)であった(Table 1)。また術前値の比較対照群として動脈硬化危険因子(高血圧、高脂血症、肥満、喫煙、糖尿病)がなく、年齢・性別をマッチングさせた動脈硬化性疾患を有しない正常健常者20例(男女比18/2、年齢70~78歳、平均72.9歳)を対象とした。

測定は、日本コ-リン社製formPWV/ABI®を使用し、収縮期血圧(sBP)、拡張期血圧(dBP)、脈拍(HR)、左右ankle brachial index(ABI)及び上腕動脈-左右足首動脈間PWV(brachial-ankle PWV; baPWV)を、術前及び全身状態の安定した術1ヶ月後に測定した。数値は平均値±標準偏差とし、統計学的処理は、student T検定、 $\chi^2$ 検定で行い、 $P<0.05$ を統計学的有意とした。

## 結 果

### 1)手術成績(Table 2)

到達方法は、経腹膜到達法3例(15%)、後腹膜到達法17例(85%)であった。人工血管は全例Sulzer Vascutek Gelsoft™ Plusを使用し、直型3例(15%)、Y型17例(85%)であり、サイズは直型は全て径16mm、Y型は14×7mm 14例(82%)、16×8mm 3例(18%)であった。手術時間は平均175分、術後合併症として腸閉塞を2例、出血再開腹を1例に認めたが、病院死亡は存在しなかった。

### 2)正常健常者との比較(Table 3)

手術前AAA患者と正常健常者との比較ではsBP、dBP、HR、左右ABIは両群間に統計学的差異は認められなかったが、左右baPWVは、AAA群では右1956.9±442.8cm/s、左2004.8±463.8cm/s、正常群では右1671.2±232.1cm/s、左1648.5±201.4cm/sと左右とも統計学的有意( $P<0.01$ )にAAA群で高値であった。

### 3)AAA術前後での比較(Table 4)

AAA術前および全身状態の安定した術後1ヶ月での比較ではsBP、dBP、HR、左右ABIは両群間に統計学的差異は認められなかったが、左右baPWVは、術前では右1956.9±442.8cm/s、左2004.8±463.8cm/s、術後1ヶ月では右2308.1±522.1cm/s、左2324.9±462.1cm/sと左右とも統計学的有意( $P<0.01$ )に術後で高値であった。

**Table 1** Patients characteristics of the AAA group (1)

No. of patients	20
Mean age (y)	72.7±3.3
Gender (M / F)	18 / 2
Risk factors	
Hypertension	18 (90%)
Hyperlipidemia	2 (10)
Obesity	5 (25)
Smoking	10 (50)
Diabetes	2 (10)
CVD	3 (10)
IHD	5 (25)
COPD	2 (10)
Renal failure	1 (5)

CVD; cerebrovascular disorder, IHD; ischemic heart disease, COPD; chronic obstructive pulmonary disease

**Table 2** Patients characteristics of the AAA group (2)

Perioperative data	
Approach	
Transperitoneal	3 (15%)
Retroperitoneal	17 (85%)
Graft	Sulzer Vascutek Gelsoft™ Plus
Tube	3 (15%) Diameter 16 (mm)
Bifurcated	17 (85%) 14×7 (mm) 14 (cases) 16×8 (mm) 3
Operating time (min)	175±64
Complications	Ileus 2 (cases) Bleeding 1
Hospital death	-

## 考 察

左心室から拍出された血液により生ずる拍動は、1拍ごとに伸展性の高い大動脈に効果的に吸収される。この動脈コンプライアンス機能により拍動がよく緩衝されることによって、小動脈や毛細血管では血液が流れることになり、大動脈が心拍動の緩衝に対して重要な役割を担っていると報告されている<sup>6)</sup>。Asmar<sup>7)</sup>は、arterial stiffness亢進(動脈壁の物理的柔軟性の喪失)が、動脈壁特性の劣化及び動脈の機能障害を促進し、心血管疾患の発生のリスク因子となると報告している。Blacher<sup>8)</sup>は、大動脈PWVが心血管合併症の発現や死亡とよく関連し、PWV>13m/sが心血管疾患の死亡を予知す

**Table 3** Comparison between the AAA group and the control group

	AAA group (N=20)	Control group (N=20)	
Mean age (y)	72.7±14.8	72.9±12.4	NS
Gender (M / F)	18 / 2	18 / 2	NS
Systolic BP (mmHg)	135.8±20.6	133.5±9.0	NS
Diastolic BP (mmHg)	82.2±12.1	77.4±13.8	NS
Heart rate (/min)	72.3±14.8	68.9±12.5	NS
PWV (cm/sec)			
Right	1956.9±442.8	1671.2±232.1	P<0.01
Left	2004.8±463.8	1648.5±201.4	P<0.01
ABI			
Right	1.07±0.09	1.07±0.08	NS
Left	1.08±0.12	1.04±0.09	NS

ABI; ankle brachial pressure index

**Table 4** Comparison between the preoperative and postoperative data of the AAA group

	Preoperative data	Postoperative data	
Systolic BP (mmHg)	135.8±20.6	135.4±20.4	NS
Diastolic BP (mmHg)	82.2±12.1	80.9±9.9	NS
Heart rate (/min)	72.3±14.8	75.3±15.0	NS
PWV (cm/sec)			
Right	1956.9±442.8	2308.1±522.1	P<0.01
Left	2004.8±463.8	2324.9±462.1	P<0.01
ABI			
Right	1.07±0.09	1.03±0.07	NS
Left	1.08±0.12	1.07±0.09	NS

ABI; ankle brachial pressure index

る相関の強い因子と報告している。またLehmannは<sup>2)</sup>、PWVは動脈が硬くなるほど速くなり、大動脈における硬化の進展は冠動脈の硬化に先行する傾向があると報告している。

日本コーリン社製 formPWV/ABI® におけるPWV測定原理は、大動脈弁口～上腕の長さLb (cm)、大動脈弁口～足首の長さLa (cm)とも身長から求める計算式を利用し(La - Lb)を算出し、上腕と足首の脈波をコンピューターにより自動解析し2次微分法により立ち上がりの変曲点を検出し、2点間の時間差で除して求めるものである<sup>8)</sup>。本法は従来の測定方法<sup>1-4)</sup>に比し簡便であり、PWVの再現性は観察者間信頼性、同一観察者間信頼性とも良好であり<sup>8)</sup>、PWV測定にあたり有用な測定機器と考えられる。

一方、生体動脈壁が持つ圧依存性の弾性特性は既存の人工血管では実現されていないと報告されている<sup>9)</sup>。

本検討においても、PWVに影響する因子である血圧、脈拍、ABIに差異がなかったにもかかわらず、AAAの存在により正常健康者に比しPWVは高値を示し、さらに人工血管置換後さらにPWVは増加し、動脈瘤壁及び人工血管自体の特性によりarterial stiffnessが亢進したことが示唆された。また従来AAA術後遠隔予後を左右する最も重要な因子は脳心血管疾患であるといわれてきた<sup>10,11)</sup>が、それらの合併は本来もつ動脈硬化素因に加え、人工血管置換術によるarterial stiffness亢進の要素も加味され、さらに合併を助長する可能性も示唆された。

大動脈領域では弾性の乏しい人工血管を用いることは生体血管のもつ受動的力学的特性を失い、全身の循環バランスを乱す要因であると報告されており<sup>12)</sup>、生体血管と同様の柔軟性をもつ人工血管の開発

が必要であると考えられる<sup>13,14)</sup>。

しかし現時点では、生体血管におけるPWVの増加が心血管疾患のリスクを高めることは証明されている<sup>1-4)</sup>が、人工血管置換によるPWV増加それ自体が、心血管疾患合併リスク増加に直接影響するかどうかは明らかにされていない。また、AAAに比しさらに広範囲な胸部及び胸腹部人工血管置換術ではPWVの増加率は高まるかなど、今後長期成績も含め解明していかねばならない課題も多い。しかし、PWV測定は無侵襲的にarterial stiffnessを測定しうる有効な検査法であり、心血管疾患の予知因子のみではなく、今後の人工血管の改良開発に関して臨床の見地から貢献しうる可能性が示唆された。

## 結 語

1) 日本コーリン社製formPWV/ABI®を使用し、収縮期血

- 圧, 拡張期血圧, 脈拍, ABI, baPWVを, AAA患者及び正常健常者, AAA患者における術前及び術後1ヶ月における比較検討を行った.
- 2) AAA患者は, 正常健常者に比較し, baPWVは統計学的有意( $P<0.01$ )に高値であった.
  - 3) AAA患者において, baPWVは術前に比し術後1ヶ月に統計学的有意( $P<0.01$ )に高値であった.
  - 4) AAA手術における人工血管置換により, arterial stiffnessは亢進することが示唆された.
  - 6) 田中弘文: Arterial stiffnessの意義と加療: 脈波速度と脈波波形により得られた知見. *Arterial stiffness*, **1**: 34, 2001.
  - 7) Asmar, R.: Arterial stiffness - A novel markers of cardiovascular risk -. *Arterial stiffness*, **2**: 20-28, 2002.
  - 8) 小澤利男, 増田善昭: 脈波速度. 東京, 2002, メジカルビュー社.
  - 9) Hayashi, K., Takamizawa, K., Saito, T., et al.: Elastic properties and strength of a novel small-diameter, compliant polyurethane vascular graft. *J. Biomed. Mater. Res.*, **23**: 229-244, 1989.

## 文 献

- 1) Blacher, J., Asmar, R., Djane, S., et al.: Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. *Hypertension*, **33**: 1111-1117, 1999.
- 2) Lehmann, E. D.: Clinical value of aortic pulse-wave velocity measurement. *Lancet*, **354**: 528-529, 1999.
- 3) Meaume, S., Rudnichi, A., Lynch, A., et al.: Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular disease in subjects over 70 years old. *J. Hypertens.*, **19**: 871-877, 2001.
- 4) Amar, J., Ruidavets, J. B., Chamontin, B., et al.: Arterial stiffness and cardiovascular risk factors in a population-based study. *J. Hypertens.*, **19**: 381-387, 2001.
- 5) 三枝宏彰, 新見能成, 諏訪邦夫, 他: 人工血管置換で大動脈脈波速度は速くなる. *麻酔*, **48**: 32-36, 1999.
- 10) Batt, M., Staccini, P., Pittaluga, P., et al.: Late survival after abdominal aortic aneurysm repair. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, **17**: 338-342, 1999.
- 11) Hollier, L. H., Plate, G., O'Brien, P. C., et al.: Late survival after abdominal aortic aneurysm repair: Influence of coronary artery disease. *J. Vasc. Surg.*, **1**: 290-299, 1984.
- 12) 佐久間まこと, 安田慶秀, 田辺達三: 人工血管 - その開存性と物性の改善をめざして. *人工臓器*, **16**: 1290-1293, 1987.
- 13) 白井由行, 清水康廣, 内田發三, 他: ダクロン人工血管の器質化がコンプライアンスに及ぼす影響について. *人工臓器*, **17**: 675-678, 1988.
- 14) 小橋帝生, 佐藤伸一, 岡 隆宏, 他: 弾性ハイブリット血管の開発 - メッシュ組み込みによる弾性特性の導入 -. *人工臓器*, **28**: 536-540, 1999.

## Changes in Pulse Wave Velocity after Graft Replacement of Infrarenal Abdominal Aortic Aneurysms

Hirofumi Midorikawa, Shunichi Hoshino, Tomohiro Ogawa, Kouichi Satou and Masayuki Koyama  
Cardiovascular Center, Fukushima Daiichi Hospital

**Key words:** Pulse wave velocity, Abdominal aortic aneurysm, Artificial graft, Arterial stiffness

Aortic pulse wave velocity is a significant and independent predictor of cardiovascular diseases. We investigated the changes in brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) after graft replacement of infrarenal abdominal aortic aneurysms in 20 patients. Almost all of the graft replacements were successfully performed with woven polyester grafts (Sulzer Vascutek Gelsoft™ Plus). The baPWV was measured with formPWV/ABI® (Nippon Kourin Co.). The measurement was performed in a standard manner preoperatively and at one month afteroperation. The data of baPWV in the preoperative AAA group was statistically higher than that in the normal control group ( $P<0.01$ ). The data of baPWV in the postoperative AAA group was statistically higher than that in the preoperative AAA group ( $P<0.01$ ).

This study shows that baPWV significantly increases following artificial graft placement. We believe that this change is caused by a marked stiffness of the artificial graft material. ( *Jpn. J. Vasc. Surg.*, **12**: 11-14, 2003 )